Релятивистская форма закона тяготения Ньютона.

Безверхний Владимир Дмитриевич.

Украина, e-mail: bezvold@ukr.net

Можно модифицировать закон гравитации Ньютона так, чтобы он в явном виде зависел от скорости. Рассуждения следующие.

Допустим, у нас есть гравитационно связанная система двух элементарных частиц с массами M и m1 (M и m1 - это массы покоя). Причем, частица m1 движется со скоростью v по круговой траектории вокруг частицы M на расстоянии r.

Энергия связи системы, как обычно, будет следовать из дефекта масс: $E = \Delta m * c^2$. Где Δm - это релятивистское приращение массы частицы m1.

$$m = m1 / (1 - v^2/c^2)^{0.5}$$

$$\Delta m = m - m1$$

Значит, центростремительная сила ($F = ma = m * v^2/r$) движущей частицы будет зависеть от релятивистской массы частицы. В таком случае, мы просто обязаны учесть релятивистские эффекты в законе гравитации Ньютона, и поэтому, будет учтена именно релятивистская масса движущейся частицы.

Так как в системе отсчета связанной с неподвижной частицей M, при равномерном прямолинейном движении частицы с массой покоя m1 со скоростью v по касательной до окружности, в точке, размещенной на окружности, наблюдатель зафиксирует релятивистское увеличение массы частицы на величину Δm (в сравнении с массой покоя m1; наблюдатель зарегистрирует массу m). Это справедливо для всех точек окружности. То есть, при круговом движении, в каждый момент времени, для данного наблюдателя частица с массой M гравитационно взаимодействует с частицей с массой m находящейся на расстоянии r. Именно поэтому нужно учесть релятивизм в законе тяготения Ньютона. Тогда уравнение запишется в виде:

$$F = (G * M * m1) / (r^2 * (1 - v^2/c^2)^{0.5})$$

M и m1 - это массы покоя.

Учтем разложение в ряд Маклорена и запишем три первые члена (c - скорость света).

$$F = (G * M * m1) / r^2 + (v^2 * G * M * m1) / (2 * c^2 * r^2) + (3 * v^4 * G * M * m1) / (8 * c^4 * r^2) + ..$$

Для простоты оставим два члена.

$$F = (G * M * m1) / r^2 + (v^2 * G * M * m1) / (2 * c^2 * r^2)$$

Как видим, увеличение скорости планеты (Меркурий) или спутника (аномалия Пионеров) приведет к более значимому отклонению от классического закона гравитации Ньютона. Это объясняет и пролетную аномалию. В общем случае нужно учитывать "продольную" и "поперечную" массу.

В конце напомню, что скорость звезд и галактик довольно высока по сравнению с орбитальной скоростью Земли (29,8 км/с). Например, орбитальная скорость нашего Солнца равна 217 км/с, а скорость Млечного Пути относительно ближайших галактик оценивается примерно в 600 км/с.

Приложение.

Учитывая данную модификацию классического закона тяготения Ньютона, можно записать верную релятивистскую форму раннее полученного обобщенного закона тяготения (на основании движения звезд в галактиках, и разбегания галактик). Обобщенная форма уравнения имеет вид [1]:

$$F = (K1 * M * m)/(r^2) + (K2 * M * m)/r + K3 * M * m$$

Тогда релятивистскую форму можно записать в виде:

$$F = (K1 * M * m1)/(r^2 * (1 - v^2/c^2)^{0.5}) + (K2 * M * m1)/(r * (1 - v^2/c^2)^{0.5}) + (K3 * M * m1)/(1 - v^2/c^2)^{1.5}$$

Конечно, массы M и m1 - это массы покоя, а K1, K2 и K3 - это константы.

Для второго и третьего членов именно такую релятивистскую форму и такой подход мы использовали раннее для объяснения движения звезд в галактиках и для вывода закона Хаббла-Леметра [1, стр. 13 – 22].

Движение планет и спутников в Солнечной системе, думаю, лучше описывать двумя первыми членами уравнения, особенно на дальних рубежах Солнечной системы:

$$F = (K1 * M * m1)/(r^2 * (1 - v^2/c^2)^{0.5}) + (K2 * M * m1)/(r * (1 - v^2/c^2)^{0.5})$$

Движение звезд в галактиках описывается вторым членом:

$$F = (K2 * M * m1)/(r * (1 - v^2/c^2)^{0.5})$$

Разбегание галактик описывается третьим членом:

$$F = (K3 * M * m1)/(1 - v^2/c^2)^{1.5}$$

1. Bezverkhniy V. D., Bezverkhniy V. V. Newton's Gravity Depending on the Topology of Space. SSRN Electronic Journal, Jul 2019. P. 8 - 10. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3412216